



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

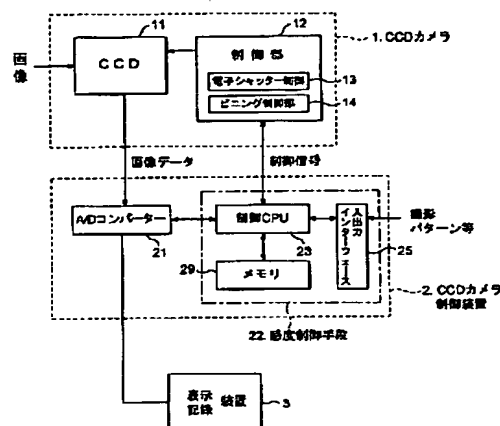
(11) Publication number: **11122540 A**(43) Date of publication of application: **30 . 04 . 99**(51) Int. Cl. **H04N 5/335**(21) Application number: **09285571**(71) Applicant: **HAMAMATSU PHOTONICS KK**(22) Date of filing: **17 . 10 . 97**(72) Inventor: **OISHI HIDEYORI**(54) **CCD CAMERA, CONTROLLER FOR CCD CAMERA AND SENSITIVITY ADJUSTMENT METHOD FOR CCD CAMERA**

## (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a CCD camera that is capable of reading an image at a high speed with high S/N and the sensitivity adjustment method while keeping a luminous quantity of an image constant automatically at the selection of a binning pixel number.

**SOLUTION:** The CCD camera 1 has a CCD 11 and a control section 12 and an electronic shutter and a binning function are controlled in response to an external control signal. A controller 2 of the CCD camera 1 is provided with an A/D converter 21 that converts image data photographed by the CCD 11 into digital data and a sensitivity control means 22 consisting of a control CPU 23, a memory 24 and an input output IF 25. The control CPU 23 obtains an exposure time to keep an apparent luminous quantity per one pixel in the photographed image constant by referring to a table stored in the memory 24 and provides an output of an electronic shutter control signal to the control section 12.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成11年(1999)4月30日

Q

審査請求 未請求 請求項の数5 OL (全 8 頁)

(71)出願人 000236436  
浜松ホトニクス株式会社  
静岡県浜松市市野町1126番地の1

(72)発明者 大石 英資  
静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ  
トニクス株式会社内

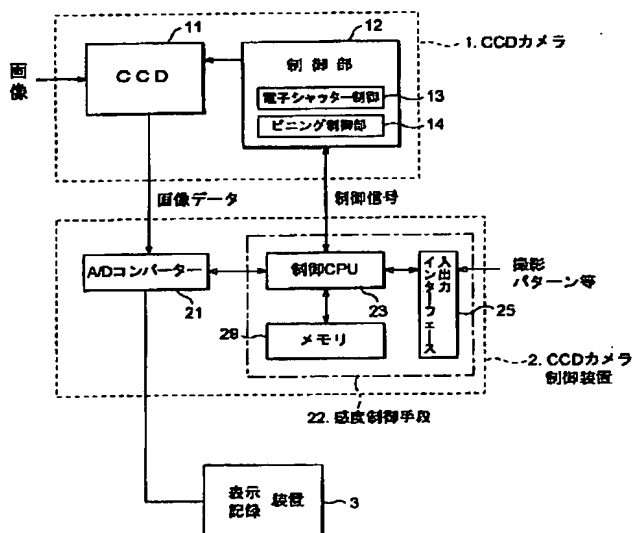
(74)代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外3名)

(54) 【発明の名称】 CCDカメラ及びCCDカメラ制御装置並びにCCDカメラの感度調整方法

(57) 【要約】

【課題】 ビニング画素数切り替え時に自動的に画像の光量を一定に保ちながら高速、高S/N比での画像読み出しが可能なCCDカメラとその感度調整方法を提供する。

【解決手段】 CCDカメラ1は、CCD11と制御部12を有し、外部からの制御信号に応じて電子シャッター及びピンング機能を制御できる。このCCDカメラ1の制御装置2は、CCD11が撮像した画像データをデジタル変換するA/Dコンバーター21と、制御CPU23、メモリ24、入出力IF25からなる感度制御手段22を備えている。入出力IF25を介して入力されたピンング画素数の設定に応じて、制御CPU23は撮像画面の見かけの1画素当たりの光量を一定に保つ露出時間を、メモリ24に格納されたテーブルを参照して求め、電子シャッター制御信号を制御部12に出力する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 2 次元に配列された撮像素素からなる CCD を有し、隣接する複数の画素の電荷を 1 画素の情報として同時に読み出すビニング機能を備える CCD カメラにおいて、

各前記撮像素素を制御してその露光時間である電荷蓄積時間を変化させる電子シャッターと、

前記ビニング画素数に応じて前記電子シャッターの露光時間を制御して読み出し画像の 1 画素に相当する撮像素素の蓄積電荷量の和を一定以下に保つ感度制御手段と、を備える CCD カメラ。

【請求項 2】 前記感度制御手段は、メモリを有しており、前記メモリに記録された予め設定されたビニング画素数と露光時間の対応テーブルあるいは対応関数を利用して前記電子シャッターの露光時間を制御する請求項 1 記載の CCD カメラ。

【請求項 3】 外部からの制御信号によって隣接する複数の画素の電荷を 1 画素の情報として同時に読み出すビニング機能と、各前記撮像素素を制御してその露光時間である電荷蓄積時間を変化させる電子シャッターの制御が可能な CCD カメラを制御する CCD カメラ制御装置であって、

設定したビニング画素数に応じて前記電子シャッターの露光時間を制御する制御信号を送出して、読み出し画像の 1 画素に相当する撮像素素の蓄積電荷量の和を一定以下に保つ感度制御手段を備える CCD カメラ制御装置。

【請求項 4】 前記感度制御手段は、メモリを有しており、前記メモリに記録された予め設定されたビニング画素数と露光時間の対応テーブルあるいは対応関数を利用して前記 CCD カメラの前記電子シャッターの露光時間を制御する制御信号を送出する請求項 3 記載の CCD カメラ制御装置。

【請求項 5】 2 次元に配列された撮像素素からなる CCD を有し、隣接する複数の画素の電荷を 1 画素の情報として同時に読み出すビニング機能を備える CCD カメラの感度調整方法であって、

ビニング画素数に応じて、読み出し画像の 1 画素に相当する撮像素素全体の蓄積電荷量の和が略同一となる電荷蓄積時間を予め設定されたビニング画素数と電荷蓄積時間の対応テーブル又は対応関数から求めるステップと、電子シャッターを制御して、各画素から前記ステップで求めた電荷蓄積時間に蓄積された電荷を読み出すステップと、

を備えている CCD カメラの感度調整方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、CCD カメラに関し、特に、高速撮影が可能なビニング機能を備える CCD カメラに関する。

## 【0002】

【従来の技術】通常の CCD カメラでは、1 画面を撮影するのに 1 フィールド期間 (1/60 秒) にかかる。これを高速化するために、複数の画素の輝度情報、すなわち蓄積電荷を同時に読み出すことにより、解像度と引き換えに画像全体の読み出し時間を短縮するビニング手法が用いられている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】一般的な CCD では、各画素は、電荷読み出しと次の電荷読み出しの間に画像情報である電荷を蓄積するため、電荷の蓄積期間すなわち露光時間は、画面の更新期間であるフレームレートに対応する。ビニング実行により、このフレームレートが短縮化され、露光時間も短縮化されるが、画素からの電荷転送の時間自体は短縮化されないで、例えば 4 (2 × 2) 画素を同時に読み出した場合でもフレームレートは 1/4 まで短縮化できず、1/2 程度の短縮化にとどまる。この結果、露光時間は十分に短縮化されないため、ビニングにより見かけの 1 画素を構成する複数の画素に蓄積された総電荷量は、ビニング前の個々の画素の蓄積電荷量よりも多くなり、読み出された画像の 1 画素当たりの電荷量、すなわち光量が増大し、撮像対象が十分に明るい場合には、ビニングにより光量が飽和してしまう場合があった。

【0004】この飽和を防ぐ技術としては、蓄積電荷の加算を行う転送レジスタの飽和電荷量を個々の画素に比べて大きくとる技術があるが、ビニング画素数を大きくするには、転送レジスタの飽和電荷量を各画素の飽和電荷量に比べて極端に大きくする必要があり、転送部分が大型化してしまう。さらに、飽和電荷量を極端に大きくすると、ビニング画素数が少ない場合には、転送レジスタの飽和電荷量に比べて転送される実際の蓄積電荷量が小さくなり、S/N 比が劣化してしまう。したがって、この技術は、ビニング画素数を可変にしたい場合には好ましくない。

【0005】これに対して、ビニング時に CCD が取得する画像の光量そのものを抑える技術がある。例えば、絞りなどを設置して CCD に入射する光量を制限する技術、CCD の露光時間自体を制御する技術などがある。この CCD の露光時間を制御する技術としては、画素の電荷蓄積時間を制御する電子シャッターがあるが、従来は、ビニング画素数を切り替える度に、手動かゲインコントロールなどにより光量を調整しなしていた。

【0006】本発明は、上記の問題点に鑑みて、ビニング動作時にビニング画素数を切り換えても自動的に画像の光量を一定に保ちながら高速、高 S/N 比での画像読み出しが可能な CCD カメラとその感度調整方法を提供することを課題とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の CCD カメラは、2 次元に配列された撮像素素からなる CCD を有

し、隣接する複数の画素の電荷を1画素の情報として同時に読み出すビニング機能を備えるCCDカメラにおいて、各撮像素子を制御してその露光時間である電荷蓄積時間を変化させる電子シャッターと、ビニング画素数に応じて電子シャッターの露光時間を制御して読み出し画像の1画素に相当する撮像素子の蓄積電荷量の和を一定以下に保つ感度制御手段と、を備えていることを特徴とする。

【0008】これによれば、隣接する複数の画素の電荷を1画素の情報として同時に読み出すビニング機能を実行することにより、画面全体の読み出し時間、すなわちフレームレートを短縮し、時間分解能を向上することができる。この際に、ビニングで同時に読み出した画素の電荷を加算するため、そのままでは、CCDの電荷転送路で電荷量、つまり画像の光量が飽和するおそれがある。しかし、本発明では、ビニング画素数に応じて撮像素子の見かけの1画素に相当する撮像素子の蓄積電荷量の和が一定以下に保たれるよう電子シャッターを制御して各画素の電荷蓄積時間を変化させているので、撮影対象物が十分に明るい場合でもビニングにより電荷が飽和することがない。

【0009】また、本発明のCCDカメラ制御装置は、外部からの制御信号によって隣接する複数の画素の電荷を1画素の情報として同時に読み出すビニング機能と、各前記撮像素子を制御してその露光時間である電荷蓄積時間を変化させる電子シャッターの制御が可能なCCDカメラを制御するCCDカメラ制御装置であって、設定したビニング画素数に応じて電子シャッターの露光時間を制御する制御信号を送出して、読み出し画像の1画素に相当する撮像素子の蓄積電荷量の和を一定以下に保つ感度制御手段を備えることを特徴とする。

【0010】これによれば、ビニング機能及び電子シャッターを外部から制御することが可能なCCDカメラを用いて前述のCCDカメラと同様に、撮像素子の見かけの1画素に相当する撮像素子の蓄積電荷量の和が一定以下に保たれるよう電子シャッターが制御され、各画素の電荷蓄積時間を変化させるので、撮影対象物が十分に明るい場合でもビニングにより電荷が飽和することがない。

【0011】これらのCCDカメラあるいはCCDカメラ制御装置の感度制御手段は、メモリを有しており、メモリに記録された予め設定されたビニング画素数と露光時間の対応テーブルあるいは対応関数を利用して電子シャッターの露光時間を制御してもよい。

【0012】撮像素子の1画素に相当する撮像素子の蓄積電荷量の和を一定にするための蓄積時間は、撮像素子の光量やビニング数に応じて決まる。ビニング数に応じた蓄積時間を予め測定しておき、それらをテーブルあるいは関数形式で装置のメモリ上に蓄積しておいて、設定されたビニング数に対応する蓄積時間を算出して電子シ

ャッターの制御に使用することで、ビニング数の変化に対応して自動的に蓄積時間を変化させる制御が可能である。

【0013】また、本発明のCCDカメラの感度調整方法は、ビニング画素数に応じて、読み出し画像の1画素に相当する撮像素子全体の蓄積電荷量の和が略同一となる電荷蓄積時間を予め設定されたビニング画素数と電荷蓄積時間の対応テーブル又は対応関数から求めるステップと、電子シャッターを制御して、各画素から上述のステップで求めた電荷蓄積時間に蓄積された電荷を読み出すステップと、を備えていることを特徴とする。

【0014】これによれば、画面の1画素に相当する全画素から読み出された電荷の総和は、常に一定以下に保たれる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を添付図面を参照して説明する。

【0016】図1は、本発明の一実施形態のブロック図である。この装置は、画像を撮影するCCDカメラ1と、CCDカメラ1の撮像素子を外部から制御するCCDカメラ制御装置2及びCCDカメラ1で撮影した画像を表示及び／又は記録する表示／記録装置3からなる。

【0017】CCDカメラ1は、CCD11と制御部12からなる。このうちCCD11は、撮像素子を2次元に配列した撮像素子であり、外部からのタイミング信号により、隣接する複数の画素の蓄積電荷を同時に加算して出力するビニング機能と、画面の一部領域の画像情報のみを有効画像情報として出力するサブアレイ機能と、各画素の電荷蓄積時間を制御する電子シャッター機能を備えている。制御部12は、この電子シャッター機能を制御する電子シャッター制御信号を出力する電子シャッター制御部13と、ビニング・サブアレイ機能を制御するタイミング信号を出力するビニング制御部14を備えており、外部からの制御信号に応じて動作する。

【0018】CCDカメラ制御装置2は、CCDカメラ1が撮像素子で撮像した画像データをデジタル変換するA/Dコンバーター21と、CCDカメラ1の制御部12への制御信号を送出する制御手段22を備える。この制御手段22は、CCD11の電子シャッターの動作タイミング等を演算する制御CPU23と、この演算の基礎となるデータあるいは演算式等が蓄積されたメモリ24と、撮影パターン等のデータを外部から制御CPU23に伝達するための入出力インターフェース25からなる。

【0019】ここで、図2を参照してCCD11のビニング・サブアレイ動作について簡単に説明する。図2は、撮像素子の配列を概略的に示した図である。このCCD11には、507ライン×757列の画素が配列されているが、このうち撮影に寄与する有効画素は、494ライン×656列の画素である。そして、ビニング・サブアレイ動作時は、このうちの特定のD<sub>1</sub>ライン×D<sub>2</sub>

列の画素領域（以下、サブアレイ領域と呼ぶ）の画像情報を $n \times n$ 画素を見かけの一画素として、すなわち、 $(D_x/n)$ ライン $\times (D_y/n)$ 列の画素とみなして画像情報を読み出す。

【0020】蓄積電荷の読み出しは、CCDの特徴である電荷の自己転送機能を利用しているため、サブアレイ領域の蓄積電荷のみを転送レジスタに取り出すことはできず、全画素を走査する必要がある。具体的には、画像情報が不要な領域、つまり図2に示すサブアレイ領域の上下の領域の蓄積電荷も一旦、水平転送レジスタに転送され、その後で排出される。また、サブアレイ領域を含むラインについては、垂直方向のビニングは、水平転送レジスタに転送される際に電荷を加算することにより行われる。そして、水平方向のビニングは、水平転送レジスタから各列の電荷を取り出し、その際に加算することで行われる。このとき、サブアレイ領域外の画素の蓄積電荷は、画像出力とされることなく、排出される。

【0021】これらの画像情報が不要な部分の蓄積電荷の転送は、画像情報が必要なサブアレイ領域の蓄積電荷の読み出しに比べて大幅に短縮化することが可能ではあるが、その転送時間を0にすることはできない。したがって、これらの不要領域の電荷転送や、ビニング時の電荷加算のための電荷転送にある程度の時間が必要なため、これがオーバーヘッドとなって、ビニング機能による見かけの画素数の変化に対するほどフレームレートは短縮化されないことになる。この結果、露出時間をフレームレートに一致させた場合は、 $(\text{露出時間}) \times (\text{見かけの1画素に含まれる画素数})$ により決まる画素の受光量が増加するので、見かけの画素の1個あたりに蓄積される電荷の総量は、ビニング画素数を増やすほど増加することになる。このため、被写体が十分に明るい場合には、ビニング画素数を増やすことで受光量が必要以上に増加して、転送路の飽和電荷量を越えてしまう場合が起きていた。

【0022】これを防ぐために、本実施形態では、電子シャッターを用いてCCD11の画素の感度を調整している。以下、その動作を図1、図3、図4を参照して具体的に説明する。図3は、この感度調整のフローチャート、図4は、露光方法のタイミングチャートである。

【0023】図1に示されるように、ビニング画素数、サブアレイ動作などの撮影パターンデータは、入出力インターフェース25を介して、CCDカメラ制御装置2の制御CPU23に伝えられる（図3のS1）。この制御CPU23には、CCDカメラ1の制御部12から現在のCCDカメラ1のビニング画素数などの動作状態を表す制御信号が送られてきている。さらに、CCD11\*

\*で取得した画像データをデジタル変換したA/Dコンバータ21からその画像領域の輝度情報も送られてきている。

【0024】制御CPU23は、設定すべきビニング画素数と現在のビニング画素数及び画像領域の輝度情報を基にして、メモリ24に予め格納されたテーブルあるいは演算式を参照して輝度が略同一となる露光時間を求める。このメモリ24に格納されたテーブルあるいは演算式の詳細については、後述する。あわせて、その撮影パターンでのフレームレートを求めて、各画素の露光時間を先に求めた露光時間と一致させるための電子シャッターの動作タイミングを求める（同図S2）。

【0025】そして、この動作タイミングをビニング動作の制御信号とともに、CCDカメラ1の制御部12に伝える（同図S3）。制御部12は、この制御信号をもとに、電子シャッターを制御しながら、画像を取得する（同図S4）。CCD11の各画素は通常、図4（1）に示されるように、フレームレートに応じた露光タイミング信号パルス間で電荷を蓄積記録する（この例では、10ms）。しかし、本実施形態では、同図（2）に示されるように、電子シャッター制御信号パルスがきた時点でそれまで画素に蓄積されていた電荷を放出することにより、電子シャッター制御信号パルスから露光タイミング信号パルスの間の時間だけ電荷を蓄積することができる。言い換えれば、露光時間をさらに短縮することができる。同図（2）の例では、露光タイミング信号パルスから6msずらして電子シャッター制御信号パルスを送出することで、それまでに蓄積された電荷がはき捨てられ、この電子シャッター制御信号パルスから、次の露光タイミング信号パルスまでの間の4msを露光時間に設定している。

【0026】この結果、CCD11が出力する見かけの1画素当たりの輝度はほぼ一定に保たれるので、ビニング画素数の変化に自動的に露光時間が追従して、常に高S/N比で高速の画像を取り込むことができる。

【0027】本願発明者は、ビニング画素数を変化させたときの見かけの1画素当たりの光量の変化を測定した。測定は、LEDを光源として、CCDへの入射光量の異なる二つの状態及び光源のないダーク状態の三つの状態に対するそれぞれのビニング画素数における見かけの1画素あたりの輝度を比較したものである。表1及び図5にその輝度変化の測定結果を示す。表2は、ビニング画素数の変化に対する輝度の比を示している。

【0028】

【表1】

	測定輝度1	測定輝度2	ダーク
1x1	1395	610	84
2x2	1465	621	85
4x4	1601	667	85
8x8	1787	748	85
16x16	2388	981	85
32x32	3957	1632	90

【表2】

	レシオ1	レシオ2
1x1-2x2	1.05	1.02
2x2-4x4	1.10	1.09
4x4-8x8	1.12	1.14
8x8-16x16	1.35	1.35
16x16-32x32	1.68	1.72

画素数を多くするほど、輝度が増大し、その増大の比率も大きくなっていることがわかる。したがって、フレームレートに対して画素の露光時間をこの比率の逆数にあたるよう短縮すれば、受光量は同一になる。この露光時\*

\* 間のフレームレートに対する短縮の比率を表3に示す。  
ここで、単位は%である。

【0029】

【表3】

1x1から2x2	95	98
2x2から4x4	91	92
4x4から8x8	89	88
8x8から16x16	74	74
16x16から32x32	60	58

輝度変化に対するこの露光時間の対応をテーブルあるいは関数の形式でメモリ24に予め格納しておくことで、前述のようにビニング動作時の感度調整を自動的に行うことが可能である。

【0030】また、入出力インターフェース25を介して、制御CPU23によりこのメモリ25に格納されたテーブルを書き換え可能にすれば、被写体の光波長に応じて感度を調整することもできる。

【0031】以上の説明では、CCDカメラとカメラ制御装置が別々の装置の場合を例に説明したが、本発明の感度調整装置をCCDカメラの制御部に組み込んでよい。

【0032】

【発明の効果】以上、説明したように、本発明によれば、ビニング時の見かけの1画素当たりの受光量が常に同一に保たれるよう電子シャッターによりその露光時間を制御するので、常に高速で、高S/N比での画像取り※

※込みが可能となる。また、ビニング画素数変更に伴う絞り調整などが不要になるので、操作性が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態のブロック図である。

【図2】図1のCCDの画素領域の概略図である。

【図3】図1の装置の感度調整動作のフローチャートである。

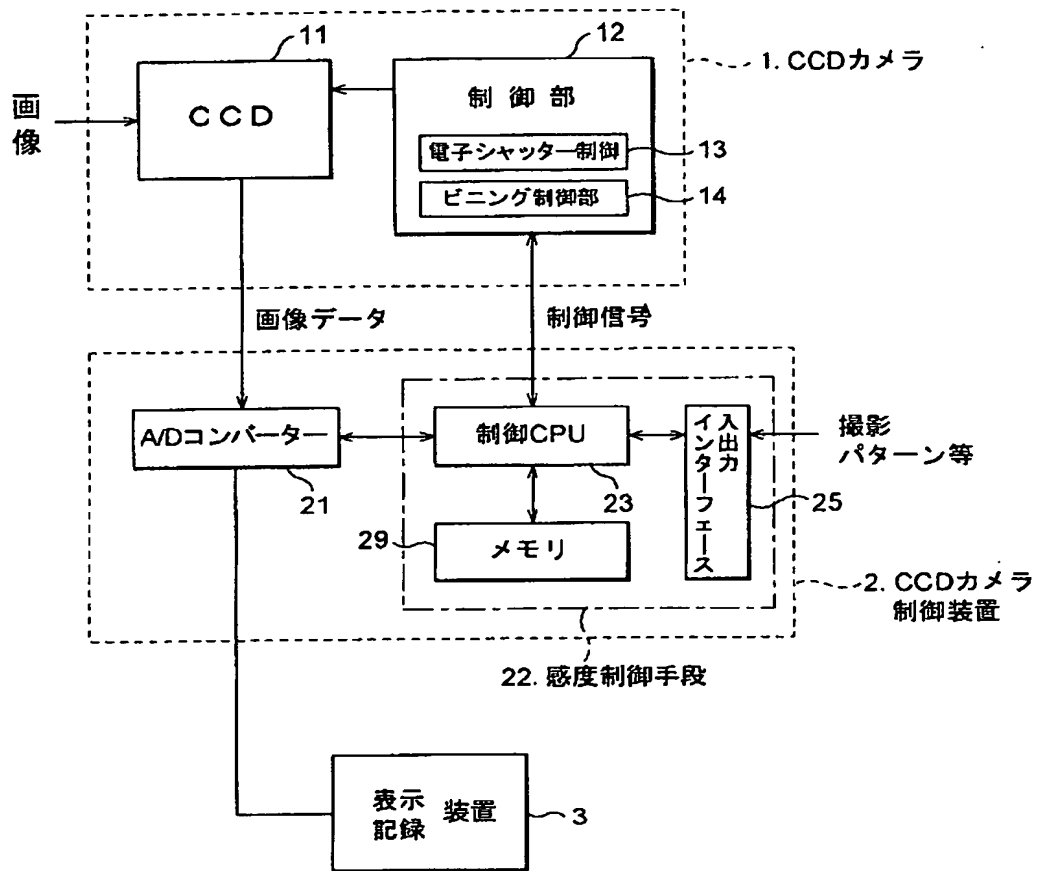
【図4】図1の装置の露光動作のタイミングチャートである。

【図5】ビニング画素数に対する輝度変化を示す図である。

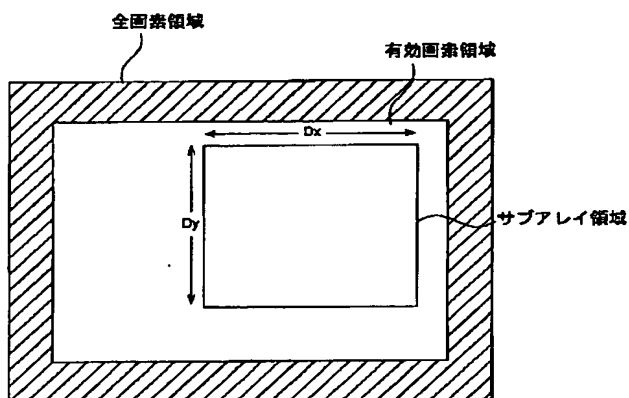
【符号の説明】

1…CCDカメラ、2…CCDカメラ制御装置、3…表示／記録装置、11…CCD、12…制御部、21…A/Dコンバーター、22…感度制御手段、23…制御CPU、24…メモリ、25…入出力インターフェース。

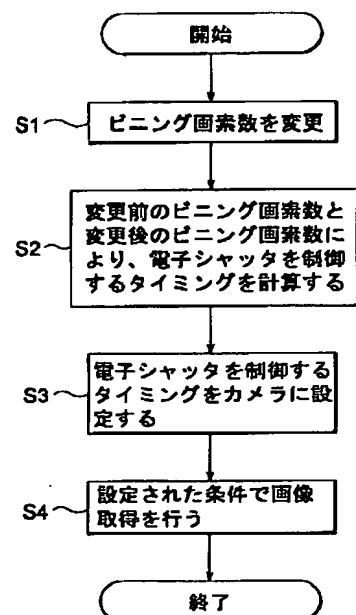
【図1】



【図2】

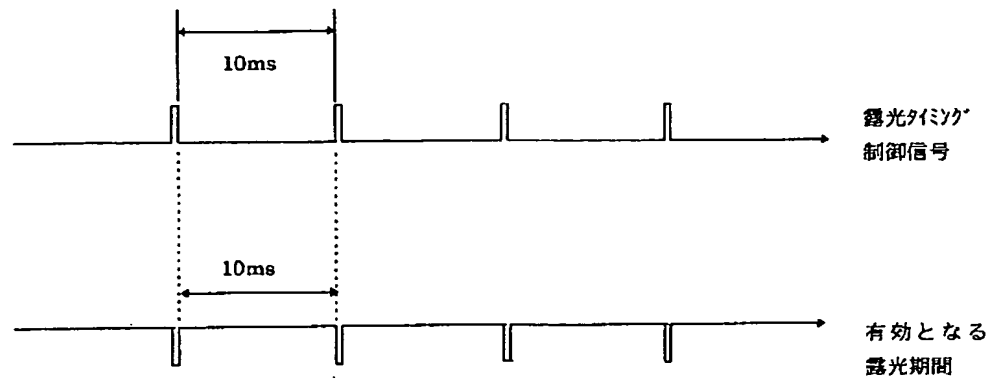


【図3】

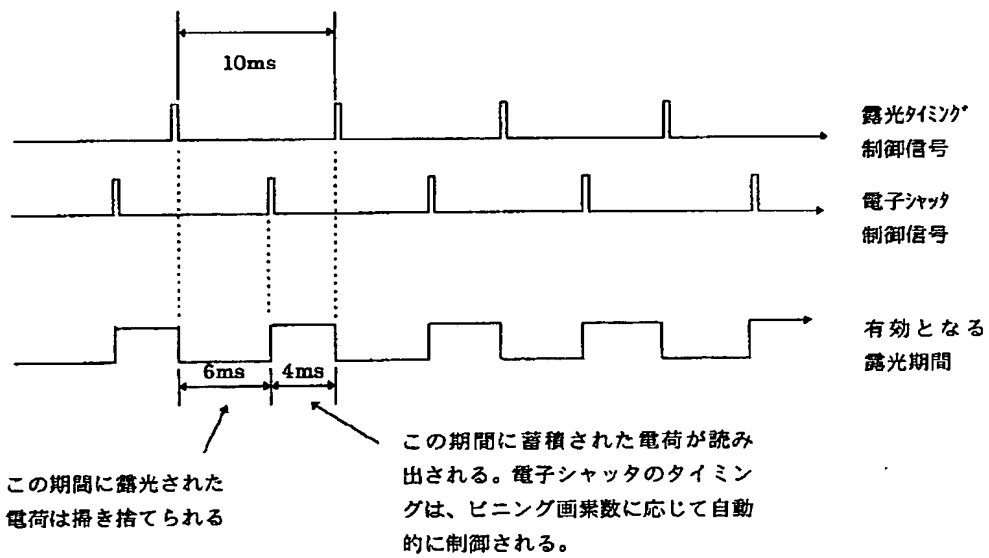


【図 4】

## (1) 通常の露光方法



## (2) 電子シャッターを用いた露光方法





【図 5】

